

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 1月26日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-021841

出 願 人
Applicant (s):

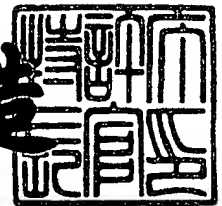
ソニー株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年11月17日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3095287

【書類名】 特許願

【整理番号】 9900910405

【提出日】 平成12年 1月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04M 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 久曾神 宏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 尾上 淳

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100067736

【弁理士】

【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

【識別番号】 100086335

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

【識別番号】 100096677

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パケット送信方法、パケット送信装置並びに帯域保証方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パケットネットワーク上の送信端末において、パケット送出のタイミングを調整し、

この送信端末から単位時間あたりにネットワークに送出するデータ量を調節することを特徴とするパケット送信方法。

【請求項 2】 単位時間あたりにネットワークに送出するデータ量を動的に変更することを特徴とする請求項 1 記載のパケット送信方法。

【請求項 3】 パケットサイズに応じた間隔でパケットを送出することを特徴とする請求項 1 記載のパケット送信方法。

【請求項 4】 パケットサイズに応じた間隔でパケットを送出するとともに単位時間あたりにネットワークに送出するデータ量を動的に変更することを特徴とする請求項 1 記載のパケット送信方法。

【請求項 5】 各パケットの送信に要する時間を算出する時間算出手段と、上記時間算出手段により算出された各パケットの送信に要する時間に基づいて、パケット送出のタイミングを調整する手段を備えることを特徴とするパケット送信装置。

【請求項 6】 パケットネットワーク上の送信端末において、パケットの順序調整と流量調整を独立に行い、複数のフローに対する帯域保証を行うことを特徴とするパケット送信方法。

【請求項 7】 パケットネットワーク上に帯域保証を行って複数のフローを送出するパケット送信装置であって、

パケットの順序調整を行うスケジューリング手段と、

パケットの流量調整を行うシェーピング手段とを備え、

パケットの順序調整と流量調整を独立に行い、複数のフローに対する帯域保証を行うことを特徴とするパケット送信装置。

【請求項 8】 上記シェーピング手段は、ハードウェアによりパケットの流量調整を行うことを特徴とする請求項 7 記載のパケット送信装置。

【請求項 9】 フロー単位の資源利用状況の管理を送信元で行い、ネットワーク中間ノードは単一のキューでデータの転送を行い、パケットネットワーク上で、資源予約を行ったフローに対して指定した帯域内でのパケット送信の保証、指定を上回る帯域でのパケット送信の制限を行うようにしたことを特徴とする帯域保証方法。

【請求項 10】 送信元でパケットに付けたラベルを基に、ネットワーク中間ノードは資源予約を行ったフローとそれ以外のフローを区別してキューとの対応付けを行うことを特徴とする請求項 9 記載の帯域保証方法。

【請求項 11】 ネットワーク中間ノードにおいて、資源予約を行ったフローに対応するキューとそれ以外のフローに対応するキューにより、データの転送を行うことを特徴とする請求項 10 記載の帯域保証方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インターネットのようなパケットネットワーク上にパケットを送出するためパケットの送信方法、送信装置並びに帯域保証方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

インターネットのようなパケットネットワーク上の端末装置において、単位時間あたりに送出するデータ量を調節するには、送信インターフェースにおいて、単位時間あたりに送出するパケット数を制限しなければならない。例えば、図 16 に示すように、リーキーパケットアルゴリズムなどを用いて、アプリケーションから受け取ったパケット P K を送信インターフェースにおいて一度バッファに蓄えすなわちドライバのキューに入れ、一定間隔でキューからパケットを取り出して一定間隔毎に 1 つずつのパケットを送出することにより、単位時間当たりのデータ転送量つまりは使用する帯域幅を制限するようにしていた。

【0003】

ここで、パケットサイズが可変長の場合には、パケット送出の間隔が一定のままでは正確な転送量の調整が行えないために、図 17 に示すように、各パケット

のサイズに応じて送出の間隔を変更しなければならない。また、例えばパケットサイズが固定長だとしても、単位時間当たりのデータ転送量に変更された場合にはパケット送出の間隔を変更しなければならない。このようにパケット送出の間隔を動的に変更しなければならない場合は、図 1 8 のフローチャートに示す手順に従って処理を行っていた。

【0 0 0 4】

すなわち、図 1 8 のフローチャートに示す処理手順では、先ず、次にパケットを送信する時刻 t_n を 0 で初期化する（ステップ S 5 1）。

【0 0 0 5】

次に、キューからパケットを取り出し（ステップ S 5 2）、パケットサイズを現在の転送レートで割り、パケット送出に要する時間 t_x を求める（ステップ S 5 3）。

【0 0 0 6】

次に、 $t < t_n$ 、すなわち、現在時刻 t とパケットを送信する時刻 t_n を比較判定し（ステップ S 5 4）、現在時刻 t がパケットを送信する時刻 t_n になったらパケットを送出する（ステップ S 5 5）。

【0 0 0 7】

そして、 $t_n = t + t_x$ 、すなわち、次にパケットを送信する時刻 t_n を現在時刻 t にパケット送出に要する時間 t_x を加えることにより求める（ステップ S 5 6）。

【0 0 0 8】

その後上記ステップ S 5 2 に戻って次のパケットについて処理を行い、上記ステップ S 2 からステップ S 5 6 の処理を繰り返すことにより各パケットを順次送出する。

【0 0 0 9】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述の図 1 8 のフローチャートに示した従来の処理手順では、パケット送出間隔を求める計算を送出の直前に行うと、特に単位時間当たりのデータ転送量が多い場合や、リーキーパケットでの計算時間が遅いような場合に、計算

にかかる時間の方が求めたパケットの送出間隔よりも長くなる可能性がある。すなわち、例えば図 1 7 及び図 1 8 の例において、 t_x を求めている間に t が t_n を超えてしまうという状態が起こることがある。その結果、正しくパケットが送出されないなどの問題が発生し、結果として単位時間当たりに送出するデータ量の調節もできなくなってしまうおそれがある。

【0 0 1 0】

また、送信インターフェースに対してフローが単一の場合には、送信インターフェースでパケットの流量を調整すれば問題ないが、複数のフローが 1 つの送信インターフェースを共有している場合には、使用帯域幅だけでなく送信バッファなど、その他のネットワーク資源の使用に関しても複数のフローで共有することになる。このような場合、フロー間での干渉を避けるために、図 1 9 に示すようにフロー毎にキューを分ける Fair Queueing の手法が用いられる。送信パケットは何らかの識別子を元にどのフローに属するかが特定され、識別子 A はキュー Q_a へ、識別子 B はキュー Q_b へ、識別子 C はキュー Q_c へ、 \dots 、識別子 Z はキュー Q_z へというように、そのフロー専用のキューに入れられる。例えば通信プロトコルとして TCP/IP が用いられいるネットワークでは、各パケットには図 2 0 に示すパケットヘッダがついているので、送受信双方の IP アドレス及びポート番号、プロトコル番号、その他のフィールドの一部又は全てを組み合わせることでフローの識別子とすることが可能である。識別子に従ってキューに入れられたパケットは Round Robin で各キューから 1 個ずつ順番に取り出され、ネットワーク中に送出される。図 1 9 の例では、 $Q_a \rightarrow Q_b \rightarrow Q_c \rightarrow \dots \rightarrow Q_z \rightarrow Q_a$ のように、各キューに対して順番にパケット送信の機会が与えられ（最後のキュー Q_z まできたら最初のキュー Q_a へ戻る）、機会が与えられたキューにパケットが収まっている場合は、ネットワークに送出する。

【0 0 1 1】

複数のフローに対して帯域指定が行われている場合、前述の 2 つの方法を組み合わせることで図 2 1 のように各キューの出口にてリーキーバケットによる流量調節を行うことで、フロー単位での帯域保証を実現できる。

【 0 0 1 2 】

しかしながら、この送信方法では、次のどのキューからパケットを送出するかというパケットの送出順序を決定するスケジューリング部分と、各フローのデータ転送量が予約帯域内に収まるようにパケットの流量を調整するシェーピング部分が明確に分かれていないため、キュー単位で管理する情報が多く煩雑となってしまう。また、スケジューリング又はシェーピングのいずれかの方法のみを変更しようとした場合、両者が明確に分かれていないことから、変更作業が容易に行えないという問題点がある。

【 0 0 1 3 】

さらに、リーキーパケットなどを用いたパケットの流量調節は、カーネル内の時刻を刻む際の最小単位であるカーネルクロックの粒度で行われるため、広帯域幅のデータリンクに対しては精度が著しく低下してしまうという問題点もある。

【 0 0 1 4 】

また、図 2 2 に示すように、資源予約を行った複数のフローが複数の送信端末から送出され、あるネットワーク中間ノードを通過する際には、このノードにおけるネットワーク資源は複数のフローで共有されることになる。したがって、このネットワーク中間ノードでは、フローの識別を行うために各フローの情報を保持し、パケットを受信する毎に、その情報を参照してフローの識別を行い、識別を行ったパケットをキューに挿入し、加えてスケジューリングやキューのメモリ管理なども行わなければならない。これらの処理は、対象となるフローの数の増加に比例して大きくなり、大規模ネットワークではその処理コストが非常に大きくなってしまふ。

【 0 0 1 5 】

そこで、本発明は、上述の如き従来の実状に鑑み、パケットネットワーク上の送信端末から単位時間あたりにネットワークに送出するデータ量を調節することができるようにすることを目的とする。

【 0 0 1 6 】

また、本発明は、パケットネットワーク上の送信端末において、複数のフロー

に対する帯域保証を行う際に、各フローに対して指定した帯域内でのパケット送信の保証、若しくは、指定を上回る帯域でのパケット送信の制限を行うことができるようにすることを目的とする。

【0017】

さらに、本発明は、パケットネットワーク上で資源予約を行ったフローに対して、指定した帯域内でパケット送信の保証、若しくは、指定を上回る帯域でのパケット送信の制限を行うことができるようにすることを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るパケット送信方法は、パケットネットワーク上の送信端末において、パケット送出のタイミングを調整し、この送信端末から単位時間あたりにネットワークに送出するデータ量を調節することを特徴とする。

【0019】

また、本発明に係るパケット送信装置は、各パケットの送信に要する時間を算出する時間算出手段と、上記時間算出手段により算出された各パケットの送信に要する時間に基づいて、パケット送出のタイミングを調整する手段と備えることを特徴とする。

【0020】

また、本発明に係るパケット送信方法は、パケットネットワーク上の送信端末において、パケットの順序調整と流量調整を独立に行い、複数のフローに対する帯域保証を行うことを特徴とする。

【0021】

また、本発明は、パケットネットワーク上に帯域保証を行って複数のフローを送出するパケット送信装置であって、パケットの順序調整を行うスケジューリング手段と、パケットの流量調整を行うシェーピング手段とを備え、パケットの順序調整と流量調整を独立に行い、複数のフローに対する帯域保証を行うことを特徴とする。

【0022】

また、本発明に係る帯域保証方法は、フロー単位の資源利用状況の管理を送信

元で行い、ネットワーク中間ノードは単一のキューでデータの転送を行い、パケットネットワーク上で、資源予約を行ったフローに対して指定した帯域内でのパケット送信の保証、指定を上回る帯域でのパケット送信の制限を行うようにしたことを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0024】

本発明に係るパケットの送信装置10では、例えば図1に示すように、アプリケーション層において、パケット送出に要する時間 t_x を計算し、パケット p_k をパケット送出に要する時間 t_x とともにデータリンク層のデバイスドライバ11に渡す。そして、データリンク層では、パケットとともに渡される時間を元に、図2のフローチャートに示す処理手順にしたがってデータ量の調整を行う。

【0025】

すなわち、図2のフローチャートに示す処理手順では、キューからパケットを取り出し（ステップS1）、 $t < t_n$ 、すなわち、現在時刻 t とパケットを送信する時刻 t_n を比較判定し（ステップS2）、現在時刻 t がパケットを送信する時刻 t_n になったらパケットを送出する（ステップS3）。

【0026】

そして、 $t_n = t + t_x$ 、すなわち、次にパケットを送信する時刻 t_n を現在時刻 t にパケット送出に要する時間 t_x を加えることにより求める（ステップS4）。

【0027】

その後に上記ステップS2に戻って次のパケットについて処理を行い、上記ステップS1からステップS4の処理を繰り返すことにより各パケットをパケットサイズに応じた間隔で順次ネットワークに送出する。

【0028】

ここで、アプリケーション層であろうとデータリンク層であろうとパケットの

データ部分のサイズは代わらないので、パケット送出に要する時間の計算は、アプリケーションがパケットを送出しようとした瞬間から実際にネットワーク中に送出されるまでのどのタイミングで行っても結果はかわらない。そこで、この計算を事前に行って送出瞬間には時刻の比較のみを行うことにより、パケットを送出する瞬間の計算量を減らすことができる。

【 0 0 2 9 】

図 1 及び図 2 に示した例では、パケット送出に要する時間 $t \times n$ がデバイスドライバに渡されたパケット $p \ k \ n$ に添付されているので、デバイスドライバよりも上位の層がこれに対応する形でパケットを渡す必要がある。

【 0 0 3 0 】

図 3 に示すパケット送信装置 2 0 では、アプリケーション層から渡されたパケットに対して、デバイスドライバ 2 1 内の送信キューにパケットを入れる上位層の作業と、パケットを取り出してネットワーク 1 に送出する作業とが独立に行われる。

【 0 0 3 1 】

そして、デバイスドライバ 2 1 の上位層は、図 4 のフローチャートに示すように、デバイスドライバのキューにパケットを入れる（ステップ S 1 1）際にパケット送出に要する時間 $t \times$ の計算を行い（ステップ S 1 2）、このステップ S 1 1 とステップ S 1 2 を繰り返し行うことにより、パケット送出に要する時間 $t \times n$ を添付したパケット $p \ k \ n$ をデバイスドライバのキューに順次入れる。

【 0 0 3 2 】

そして、デバイスドライバ 2 1 は、上述の図 2 のフローチャートに示した処理手順と同様に、キューからパケットを取り出す際は時間の比較のみを行って、各パケットをパケットサイズに応じた間隔で順次ネットワークに送出する。

【 0 0 3 3 】

ここで、単位時間当たりのネットワークに送出するデータの総量を調節機能を持つパケット送出のハードウェアでは、デバイスドライバはカーネル内で時刻を刻む際の最小単位であるカーネルクロックを用いて動作しており、カーネルクロックは通常 1 0 ミリ秒程度の間隔で刻まれており、速くても 1 ミリ秒程度である

のに対し、専用のハードウェアでは自分自身のクロック周波数で動作しており、これを用いた方が時間的な意味での精度は非常に向上する。一方、デバイスドライバつまりはオペレーションシステムの動作しているCPUの方が専用ハードウェアよりも処理能力で勝るのが普通である。また専用ハードウェアでは除算などの計算が行えない場合も多い。

【0034】

そこで、図5に示すパケット送信装置30のように、事前に計算可能な全ての値をデバイスドライバ31側で求め、専用ハードウェア32では必要最小限の演算のみを行うことにより、正確で高速なパケット総量の調整を行うことが可能となる。

【0035】

次に、複数のフローに対して帯域指定が行われている場合は、図6に示すパケット送信装置40のように、パケットの送出順序を決定するスケジューリング部41とパケットの流量を調整するシェーピング部42とを切り離した状態で、スケジューリングとシェーピングを行うことにより、予約帯域幅の合計値で流量調節を行う。

【0036】

すなわち、この図6に示したパケット送信装置40では、識別子A専用のキューQaの使用帯域幅がBa、識別子B専用のキューQbの使用帯域幅がBb、識別子C専用のキューQcの使用帯域幅がBc、・・・、識別子Z専用のキューQzの使用帯域幅がBzのとき、使用帯域幅に応じて各キューからパケットを取り出し、全てのキューから取り出してきたパケットに対して使用帯域幅の総和 ($Ba + Bb + Bc + \dots + Bz$) をもってシェーピング部42によりシェーピングを行う。

【0037】

ところで、フロー毎にキューを分けるFair Queueing では全てのキューを公平に取り扱っており、全てのフローの使用帯域幅が等しいことになるため、前述のように各キューから使用帯域に応じてパケットを取り出すことはできない。そこで、上記スケジューリング部41において、キュー毎に重み付けを設定するWeig

hted Fair QueueingとともにFair Queueing を用いる。Weighted Fair Queueing では、各キュー毎に設定された重みに従ってキューからパケットを取り出す。

【0038】

例えば、図7に示すように、各キューQ_a、Q_b、Q_c、Q_zの使用帯域幅がそれぞれ75Mbps、25Mbps、50Mbps、100Mbpsのとき、キューQ_cからパケットを1つ取り出す間に、キューQ_aから3つ、キューQ_bから2つ、キューQ_zから4つのパケットを取り出す。このようにして取り出したパケットに対して、シェーピング部42において、2つのフローの帯域幅の合計である250Mbpsの帯域幅でシェーピングを行う。

【0039】

ここでは、スケジューリング部41によるスケジューリングの単位をパケットで行うようにしたが、各フローのパケットサイズが可変長の場合、パケットサイズの違いによって不公平が生じたことになる。そこで、各フローのパケットサイズが可変長の場合には、パケットを各キューから1個ずつ順番に取り出すRound Robin に替えて、送出機会をパケット1個分ではなくパケットサイズで規定するDeficit Round Robin を用いるようにする。

【0040】

Deficit Round Robin を用いた場合、図8に示す処理手順に従って、キューからパケットを送出するか否かの判断が行われる。

【0041】

すなわち、図8に示す処理手順では、まず、全てのキューの転送可能サイズDを0で初期化する（ステップS31）。

【0042】

次に、キューを1つ選択する（ステップS32）。

【0043】

そして、スケジューリングされる毎にある一定サイズQの転送許可を与え、選択したキューの転送可能サイズDに加える（ステップS33）。

【0044】

次に、選択したキューにパケットが入っているか否かを判定し（ステップS3

4)、選択したキューにパケットが入っている場合には、キューの転送可能サイズDが0より大きい否かを判定して(ステップS35)、転送可能サイズDが0以上のときはパケットを送信し(ステップS36)、その後、転送可能サイズDから送信したパケットのサイズを引いて新たな転送可能サイズDを求めてから(ステップS37)、上記ステップS34に戻り、転送可能サイズDが0以上の間は上記ステップS34からステップS37の処理を繰り返してパケットの送信を行う。

【0045】

そして、上記転送可能サイズDが負になると、対象を次のキューに移して(ステップS38)、上記ステップS33に戻って対象を次のキューに対する処理を行う。なお、キューの先頭にあるパケットサイズが1回に与えられる転送可能サイズDよりも大きい場合は、転送許可の値を複数回分溜めることにより送出される。

【0046】

以上の説明では、全てのフローに対して保証する帯域は指定され、かつフロー専用のキューが用意されていたが、帯域保証を行うフローと、個別のキューへの対応付けが行われないベストエフォートのフローが混在する場合には、図9に示すパケット送信装置50ように、フロー単位でのキューとは別にベストエフォート用のキューを用意しておき、スケジューリング部51においてパケットの識別子を確認した際に、その識別子専用のキューが用意されていなかった場合にそのパケットをベストエフォート用のキューに入れる。シェーピング部52において、キューに入っている次のパケットを転送するまでにある程度の時間の余裕があるとき、かつ、その時間がベストエフォート用のキューの先頭に入っているパケットを転送するのに十分であると判断した場合に、ベストエフォート用のキューからパケットを取り出してネットワーク1中に送出する。

【0047】

ここで、パケット送出のタイミングを調節することで実現されるシェーピングは、いつ送出するかという時間的な調整を、カーネル内での時刻を刻む際の最小単位であるカーネルクロックを用いて行っている。これは、カーネル内でソフト

ウェア的に制御されているので、送信端末の負担が上昇するにつれてシェーピングの精度が悪化してしまう。また、カーネルクロックは通常 10 ミリ秒程度の間隔で刻まれており、速くても 1 ミリ秒程度である。例えば、データリンクの帯域幅が 100 Mbps の場合が、1 秒間に 100 Mビットのデータ転送能力があるということなので、帯域幅いっぱいデータ送出手間を行う場合は 1 ミリ秒の間に約 12,800 バイト分のパケットを送出することになる。なお、データリンクがイーサネットの場合、パケットのペイロード部分の最大値すなわち最大転送単位 (MTU: Maximum Transfer Unit) は 1,500 バイトなので、1 ミリ秒の間に約 12,800 バイトという値はそれほど非現実的な値ではない。しかし、帯域幅が 10 倍の 1 Gbps となると、同じ周期の間に 10 倍のパケットを送出しなければならず、カーネルクロックの粒度でそれだけのパケットを正確に送出手間するのは不可能となってしまう。

【0048】

そこで、このような場合には、図 10 に示すパケット送信装置 60 のように、スケジューリング部 61 はソフトウェアにて実現し、シェーピング部 62 をネットワークカード上のハードウェアにて実現するようにして、シェーピングの精度をオペレーティングシステムに依存しなくすることによって、広帯域幅の場合にも対応可能にする。これは、例えば、シェーピングの機能は持っているがフローの数が限定されているネットワークカードなどを用いる場合にも有効である。

【0049】

また、このように資源予約を行った複数のフローが複数の送信端末から送出手間、あるネットワーク中間ノードを通過する際には、このノードにおけるネットワーク資源は複数のフローで共有されることになり、ネットワーク中間ノードでは、対象となるフローの数の増加に比例して負荷が増大することになる。

【0050】

そこで、本発明では、図 11 に示すように、フロー単位の管理を送信元すなわち各送信端末 70A、70B、70Zで行うようにすることにより、フローの数が増加してもネットワーク中間ノード 80 おける負荷が増大しないようにする。

【 0 0 5 1 】

すなわち、各送信端末 7 0 A、7 0 B、7 0 Z では、それぞれ識別子 A、B、Z 専用キューを持ち、それぞれ資源予約を行った各フローが予約帯域を超えて通信しないように単位時間当たりのデータ送出量を調整してから出力インターフェース 8 1 を介してネットワーク 1 中に送出する。一方、ネットワーク中間ノード 8 0 では、各送信端末 7 0 A、7 0 B、7 0 Z が予約帯域内でデータの送出を行っているという信用の下に、フロー単位での管理を全く行わずに単一のキューでデータの転送を行う。

【 0 0 5 2 】

なお、図 1 2 に示すように、出力インターフェースが複数あるネットワーク中間ノード 9 0 の場合には、各インターフェース 9 1、9 2 毎に出力キューを分ける。これにより、インターフェース特性や帯域幅の違いなどの影響を受けないようにすることができる。

【 0 0 5 3 】

また、1つのホストから複数のフローが送出される場合には、図 1 3 に示すように各送信ホストにてフロー単位のキューを管理する。すなわち、識別子 A 専用キューと識別子 C 専用キューを持つ送信端末 1 0 0 A は、上記識別子 A 専用キューと識別子 C 専用キューにより予約帯域内でデータの送出を行い、識別子 B 専用キューを持つ送信端末 1 0 0 B は、上記識別子 B 専用キューにより予約帯域内でデータの送出を行い、識別子 Z 専用キューと識別子 Y 専用キューを持つ送信端末 1 0 0 Z は、上記識別子 Z 専用キューと識別子 Y 専用キューにより予約帯域内でデータの送出を行う。そして、ネットワーク中間ノード 1 1 0 では、各送信端末 1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 Z が予約帯域内でデータの送出を行っているという信用の下に、フロー単位での管理を全く行わずに単一のキューでデータの転送を行う。

【 0 0 5 4 】

以上の説明では、ネットワーク中間ノードにおける各出力インターフェースに対する管理を1つのキューを用いて行っていたが、送信元からベストエフォートのフローが送出される場合には、例え送信元でキューを分けたとしても、このよ

うなフローは流量の調整を行わないため、ネットワーク中間ノードは出力インターフェースの帯域幅以上のデータを受け取る可能性があり、結果としてキューが溢れる可能性がある。そこで、ベストエフォートのフローが存在する場合には、図 1 4 に示すように帯域保証をするフローのキューとそれ以外のフローのキューをネットワーク中間ノードに用意しておき、フローの種類が増加した場合にも全てのフローを上記 2 つのキューに対応付けることにより、フロー間の干渉を避けることができる。例えば、各送信ホストで帯域保証をするフローにそれ以外のフローとは異なるタグ（識別子）を添付することにより、ネットワーク中間ノードでは、このタグを基に各フローと 2 つのキューとの対応付けを行う。

【 0 0 5 5 】

すなわち、識別子 A 専用キューと識別子 C 専用キューを持つ送信端末 1 2 0 A は、上記識別子 A 専用キューと識別子 C 専用キューにより予約帯域内でデータの送出を行い、識別子 B 専用キューとベストエフォート用のキューを持つ送信端末 1 2 0 B は、上記識別子 B 専用キューによる予約帯域内のデータとベストエフォート用キューによるベストエフォートの送出を行い、識別子 Z 専用キューとベストエフォート用キューを持つ送信端末 1 2 0 Z は、上記識別子 Z 専用キューによる予約帯域内のデータとベストエフォート用キューによるベストエフォートの送出を行う。そして、ネットワーク中間ノード 1 3 0 は、帯域保証をするフローの資源予約用のキューとベストエフォート用のキューを用いて、各フローを順次出力する。

【 0 0 5 6 】

なお、図 1 5 に示すパケット送信装置 1 9 0 ように、複数の出力インターフェース 1 9 1, 1 9 2 を有する場合には、ベストエフォート用のキューも各出力インターフェース毎に用意する必要がある。

【 0 0 5 7 】

ここで、データリンクにおいてフロー単位の管理を行うのが困難なイサーネットのような共有メディア上でも、上記手法は実現可能である。ただし、ベストエフォートが存在する場合には、共有メディア上でパケットが紛失することもあり得るので、例えば各端末間は 1 対 1 接続されているようなネットワーク構成など

を前提とし、パケットが紛失する可能性があるのはネットワーク中間ノードのキューが溢れる場合だけとする。

【0058】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、パケットネットワーク上の送信端末において、パケット送出のタイミングを正確に調整することができる。その結果、例えばパケットが可変長であったとしても、パケットネットワーク上の送信端末から単位時間あたりにネットワークに送出するデータ量を調節することができる。

【0059】

本発明によれば、パケットネットワーク上の送信端末において、複数のフローに対する帯域保証を行う際に、各フローに対して指定した帯域内でのパケット送信の保証、若しくは、指定を上回る帯域でのパケット送信の制限を実現することができる。また、スケジューリング部分とシェーピング部分とを分けることにより、いずれか一方のみを置き換えることも容易に行うことができる。これによりシェーピングのみをハードウェアで実現し、より広帯域幅のネットワークにおいても高精度の帯域保証を実現することができる。

【0060】

また、本発明によれば、パケットネットワーク上で資源予約を行ったフローに対して、指定した帯域内でパケット送信の保証、若しくは、指定を上回る帯域でのパケット送信の制限を実現することができる。また、複数のフローを管理するネットワーク中間ノードでのコストを下げることができ、大規模ネットワークへ適応する規模拡張性を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るパケット送信装置の構成例を模式的に示す図である。

【図2】

上記パケット送信装置における処理手順を示すフローチャートである。

【図3】

本発明に係るパケット送信装置の他の構成例を模式的に示す図である。

【図 4】

上記パケット送信装置における処理手順を示すフローチャートである。

【図 5】

本発明に係るパケット送信装置の他の構成例を模式的に示す図である。

【図 6】

本発明に係るパケット送信装置の他の構成例を模式的に示す図である。

【図 7】

図 6 に示したパケット送信装置のデバイスドライバにおける Weighted Fair Queueing を模式的に示す図である。

【図 8】

図 6 に示したパケット送信装置のデバイスドライバにおいて行われる Deficit Round Robin を用いた処理手順を示すフローチャートである。

【図 9】

本発明に係るパケット送信装置の他の構成例を模式的に示す図である。

【図 10】

本発明に係るパケット送信装置の他の構成例を模式的に示す図である。

【図 11】

複数の送信端末から送出される複数のフローをネットワーク中間ノードを通過させる際の本発明に係る帯域保証方法を説明するための構成を模式的に示す図である。

【図 12】

本発明に係る帯域保証方法を説明するための他の構成を模式的に示す図である。

【図 13】

本発明に係る帯域保証方法を説明するための他の構成を模式的に示す図である。

【図 14】

本発明に係る帯域保証方法を説明するための他の構成を模式的に示す図である。

【図 1 5】

本発明に係る帯域保証方法を説明するための他の構成を模式的に示す図である。

【図 1 6】

従来より知られているリーキーバケットアルゴリズムによる帯域幅の処理手順を模式的に示す図である。

【図 1 7】

各パケットのサイズに応じて送出の間隔を変更した送出の仕方を模式的に示す図である。

【図 1 8】

パケット送出の間隔を動的に変更する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 9】

フロー間での干渉を避けるためにフロー毎にキューを分けるFair Queueing の処理手順を模式的に示す図である。

【図 2 0】

T C P / I P が用いられているネットワークにおける各パケットのパケットヘッダを模式的に示す図である。

【図 2 1】

複数のフローに対して帯域指定が行われている場合にフロー単位での帯域保証を実現するための構成を模式的に示す図である。

【図 2 2】

資源予約を行った複数のフローをネットワーク中間ノードを通過させる場合の構成を模式的に示す図である。

【符号の説明】

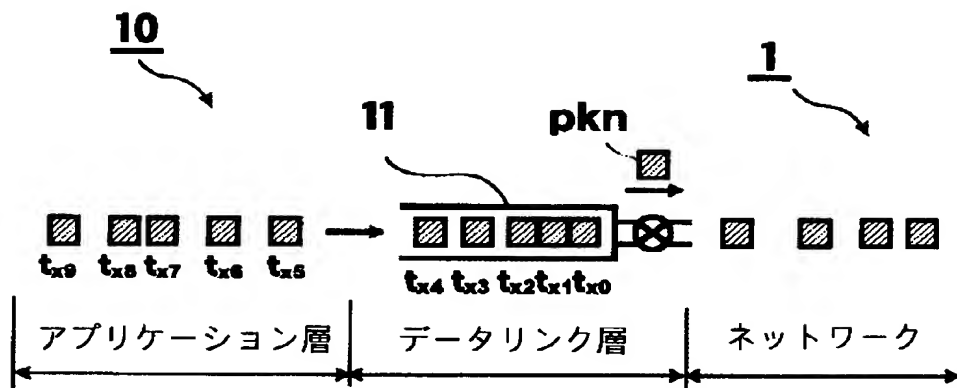
1 0, 2 0, 4 0, 5 0, 6 0 パケット送信装置、 1 1, 2 1 デバイス
ドライバ、 4 1, 5 1, 6 1 スケージュering部、 4 2, 5 2, 6 2
シェーピング部、 7 0 A, 7 0 B, 7 0 Z, 1 0 0 A, 1 0 0 B, 1 0 0 Z,
1 2 0 A, 1 2 0 B, 1 2 0 Z 送信端末、 8 0, 9 0, 1 1 0, 1 3 0, 1

9 0 中間ノード

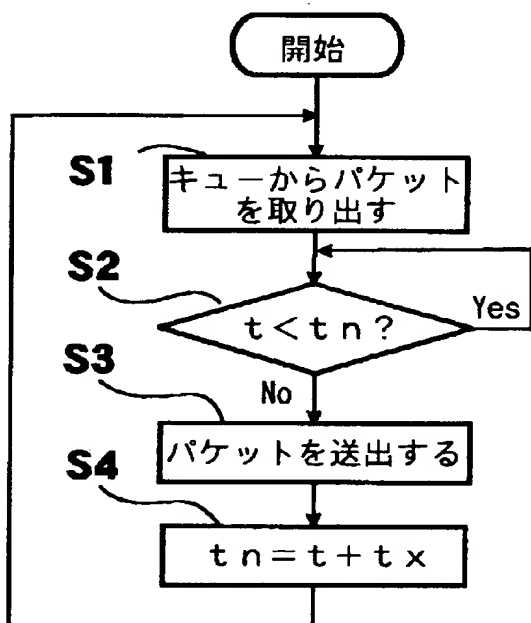
【書類名】

図面

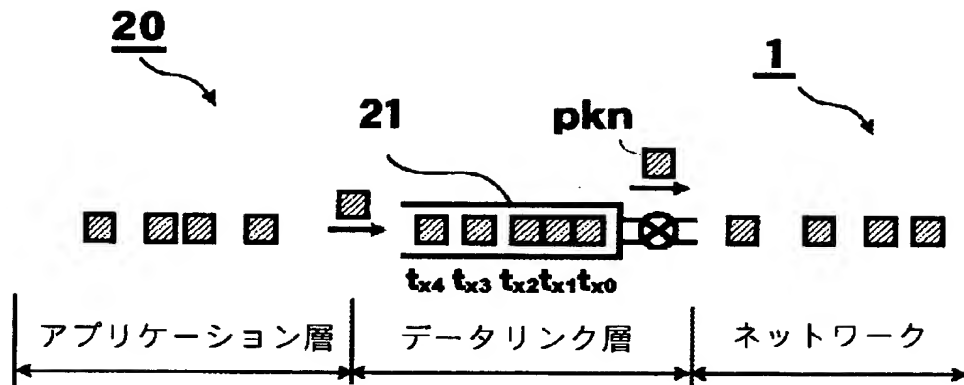
【図 1】



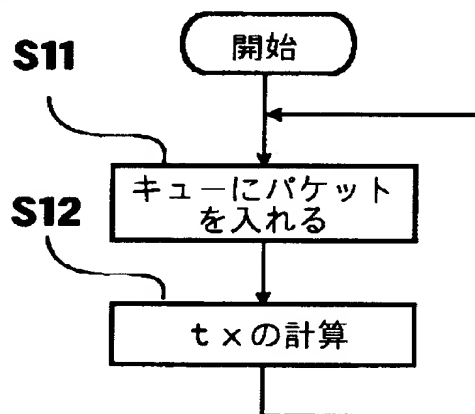
【図 2】



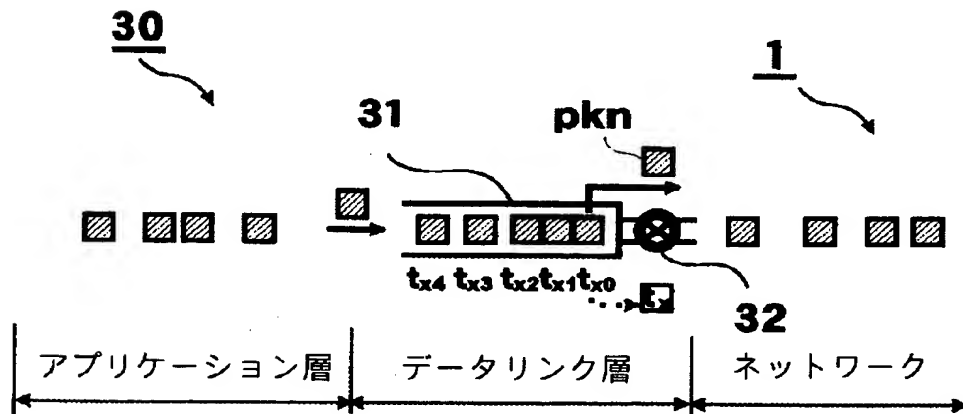
【図 3】



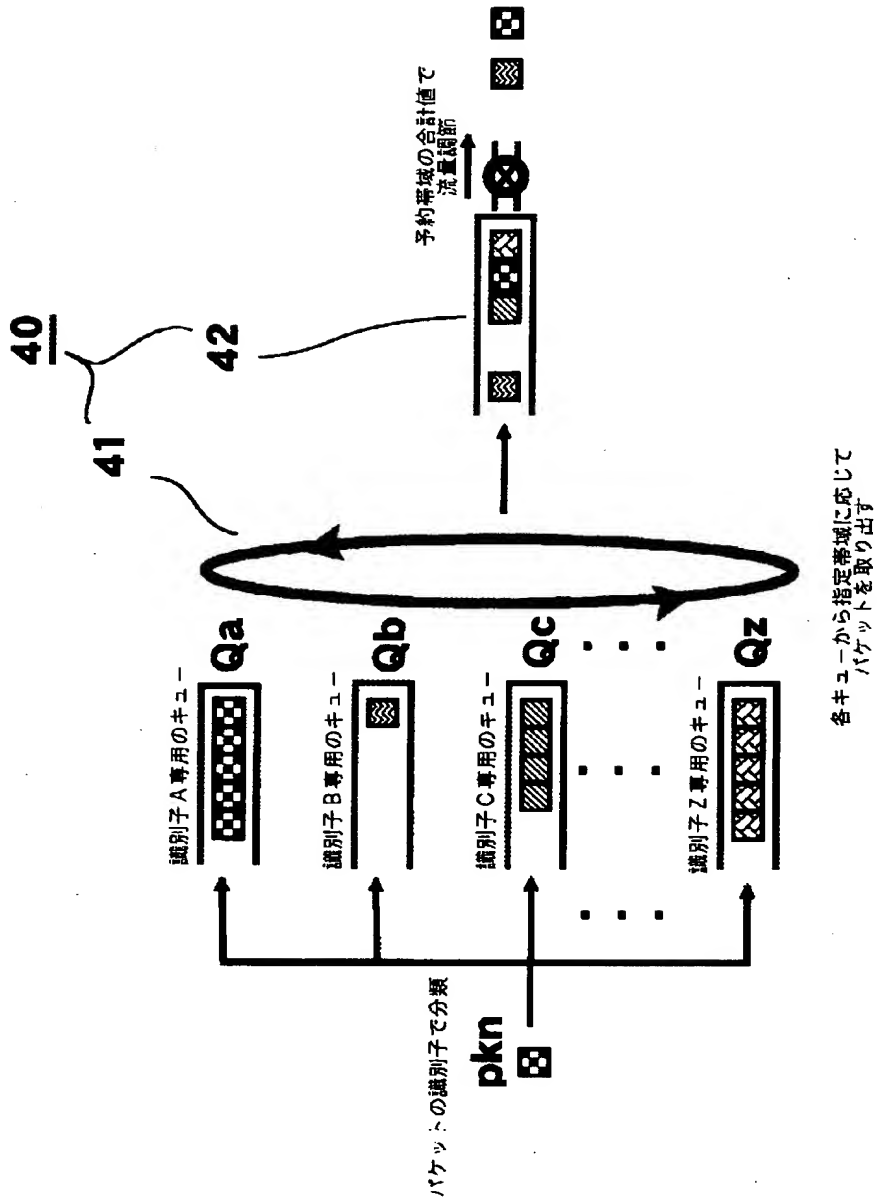
【図 4】



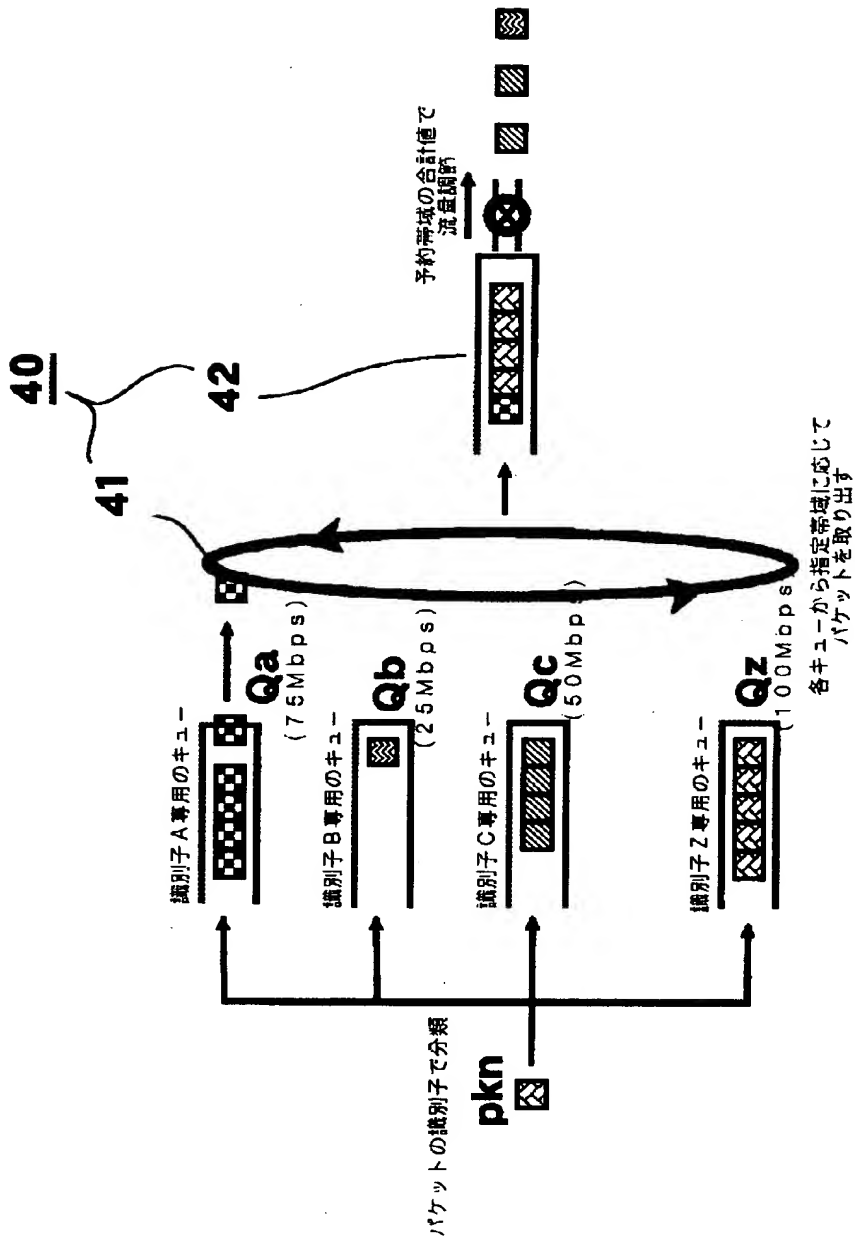
【図 5】



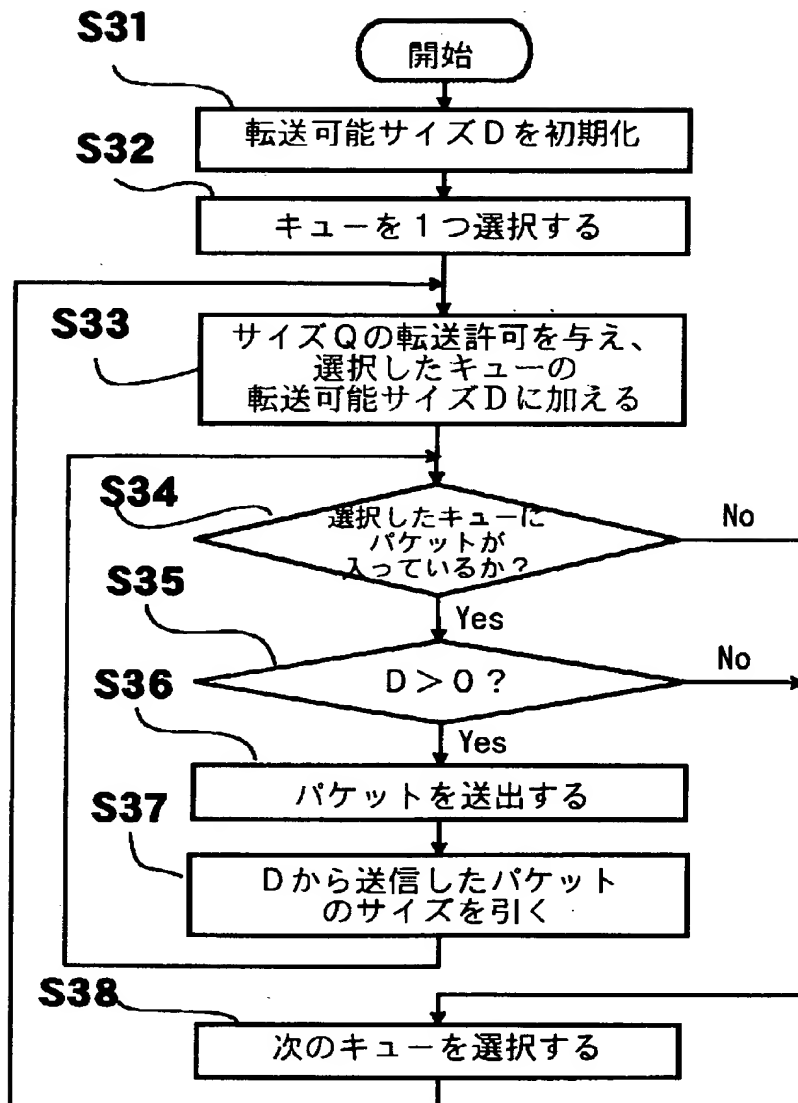
【図 6】



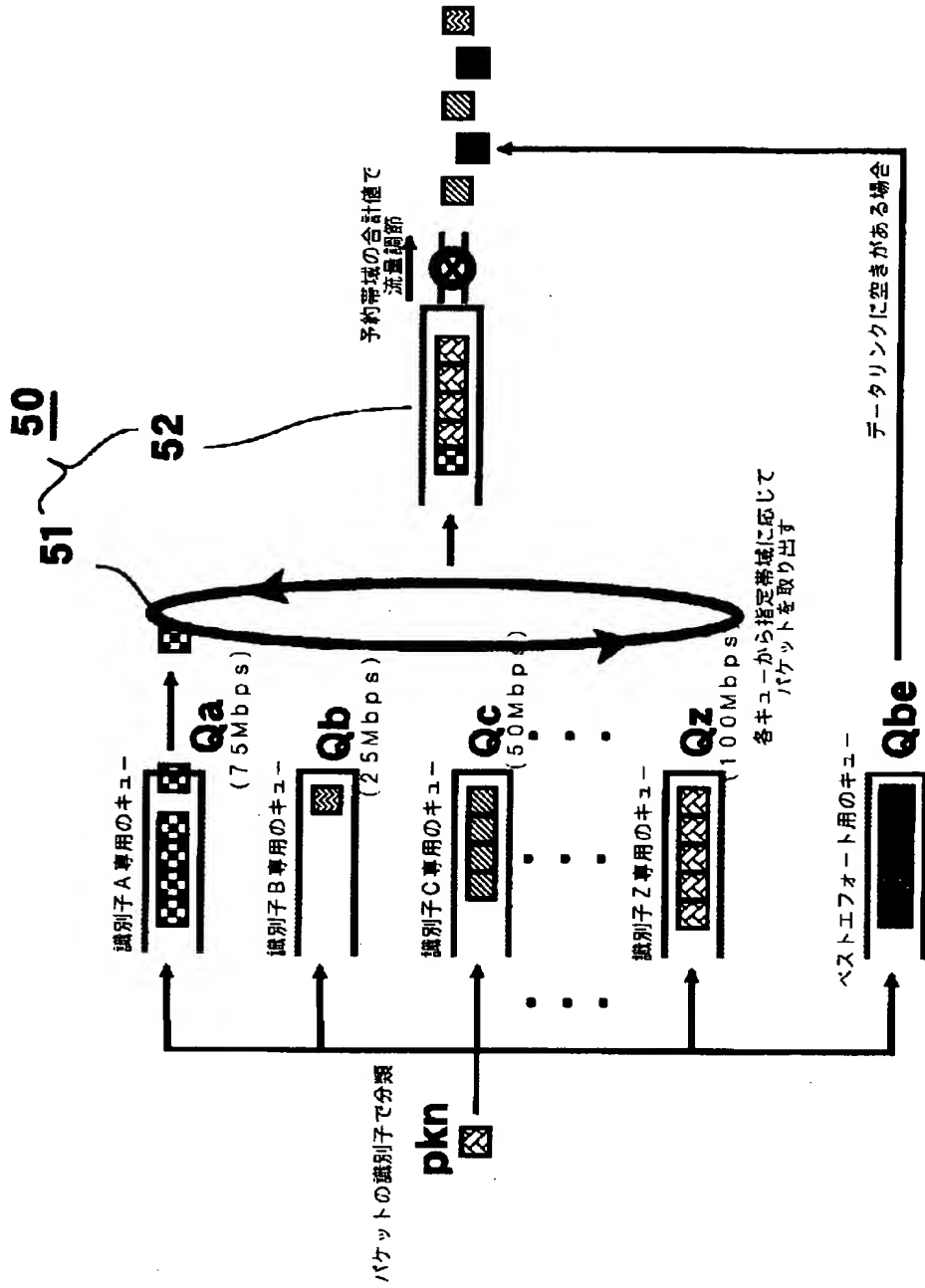
【図 7】



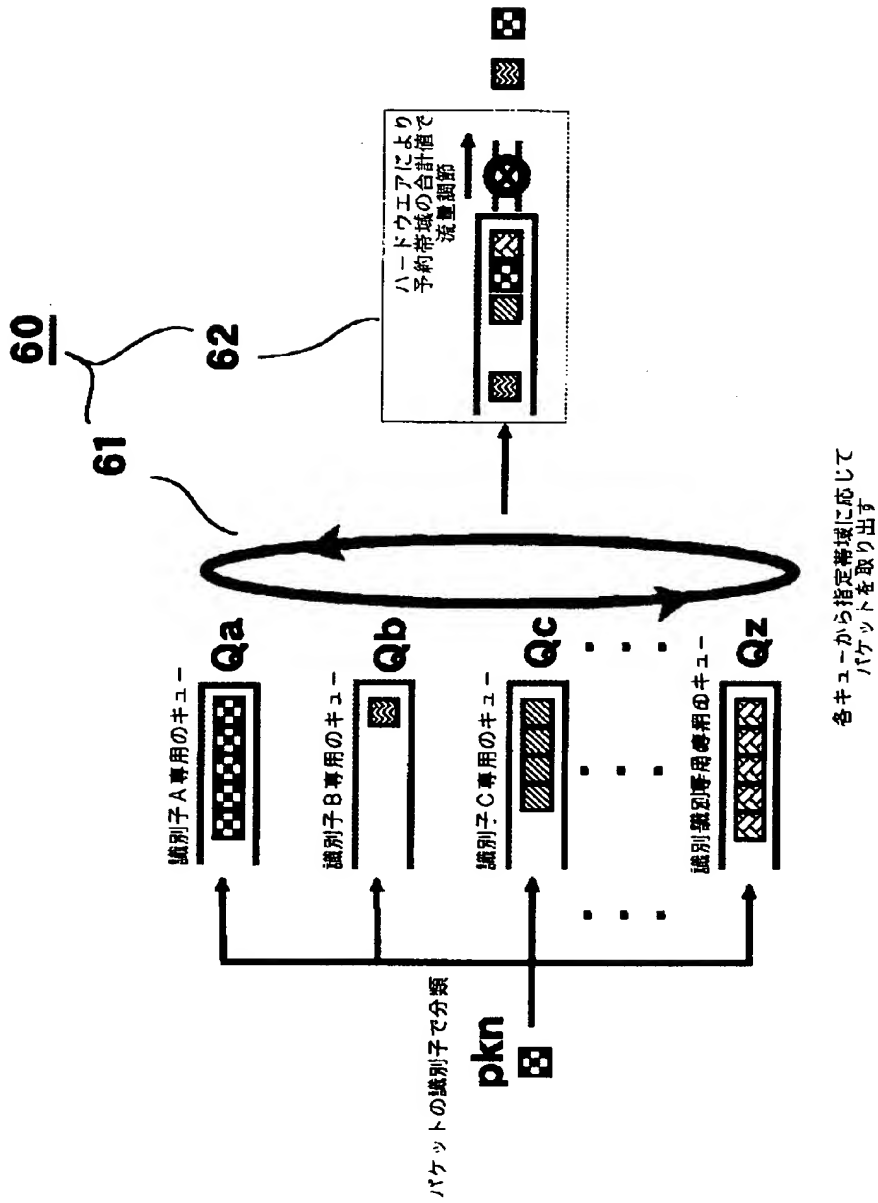
【図 8】



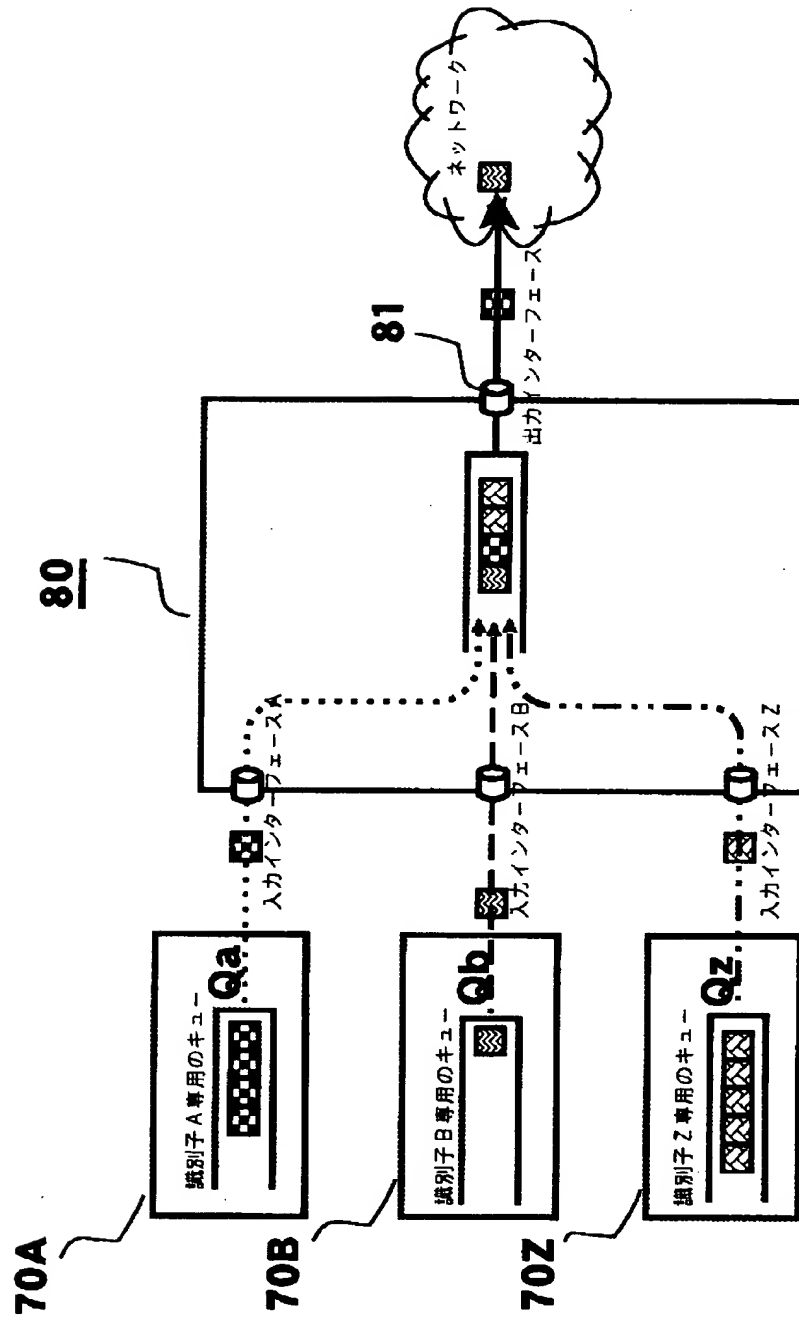
【図 9】



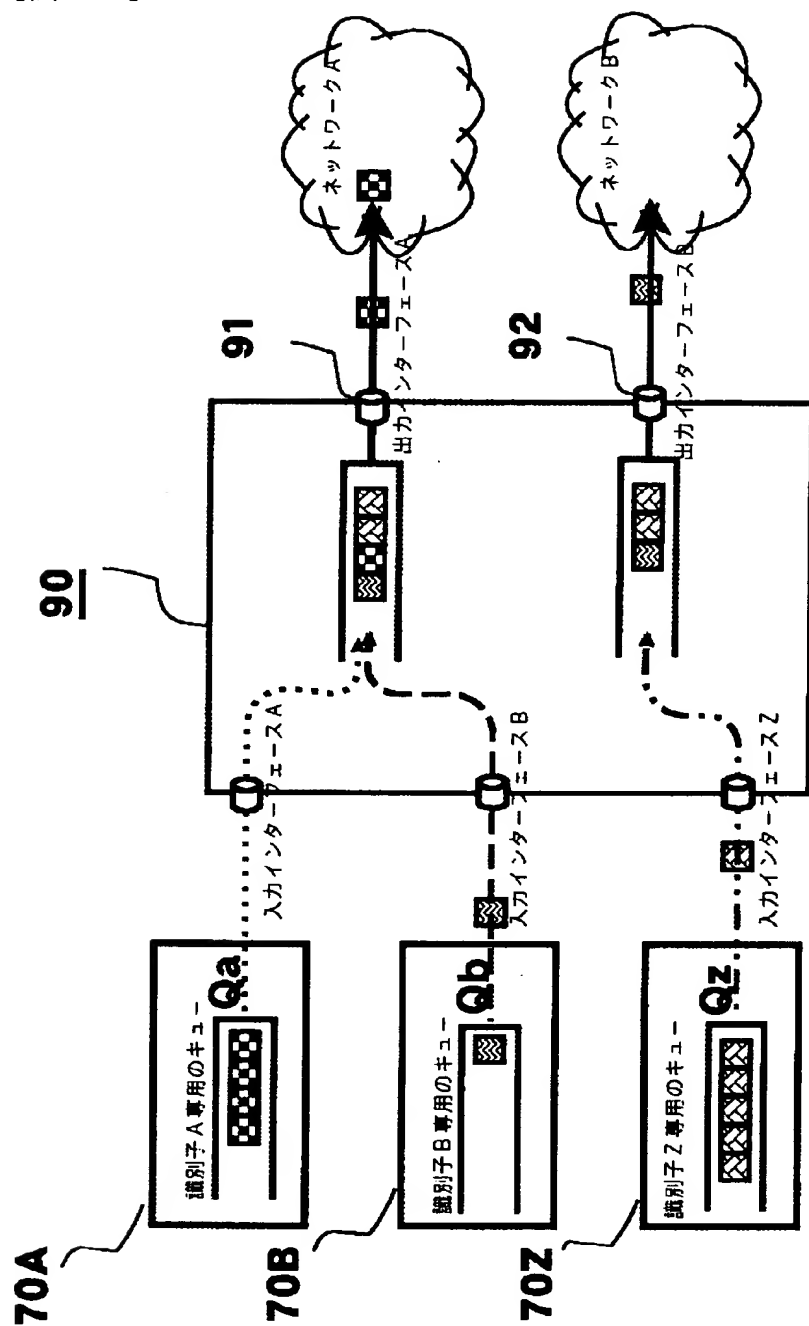
【図 10】



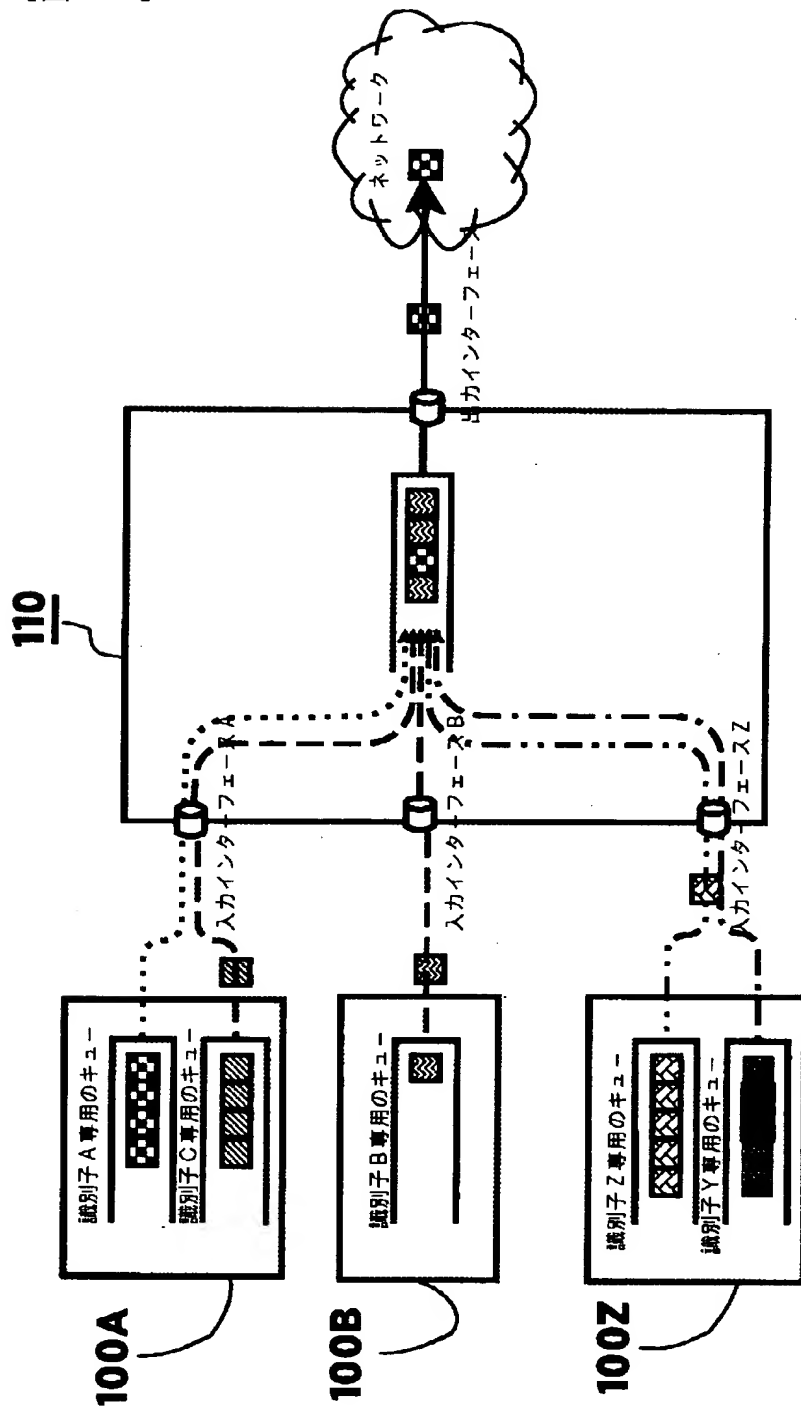
【図 1 1】



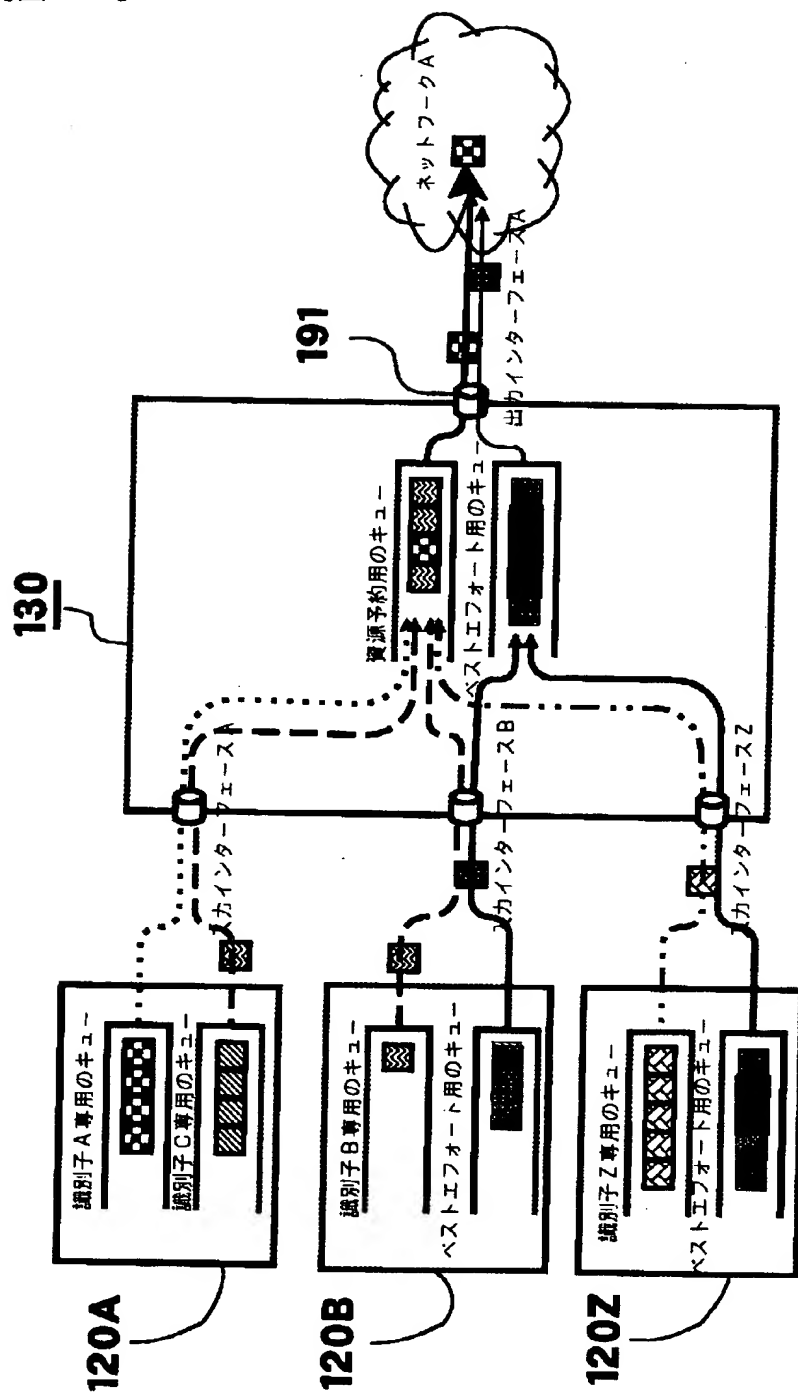
【図12】



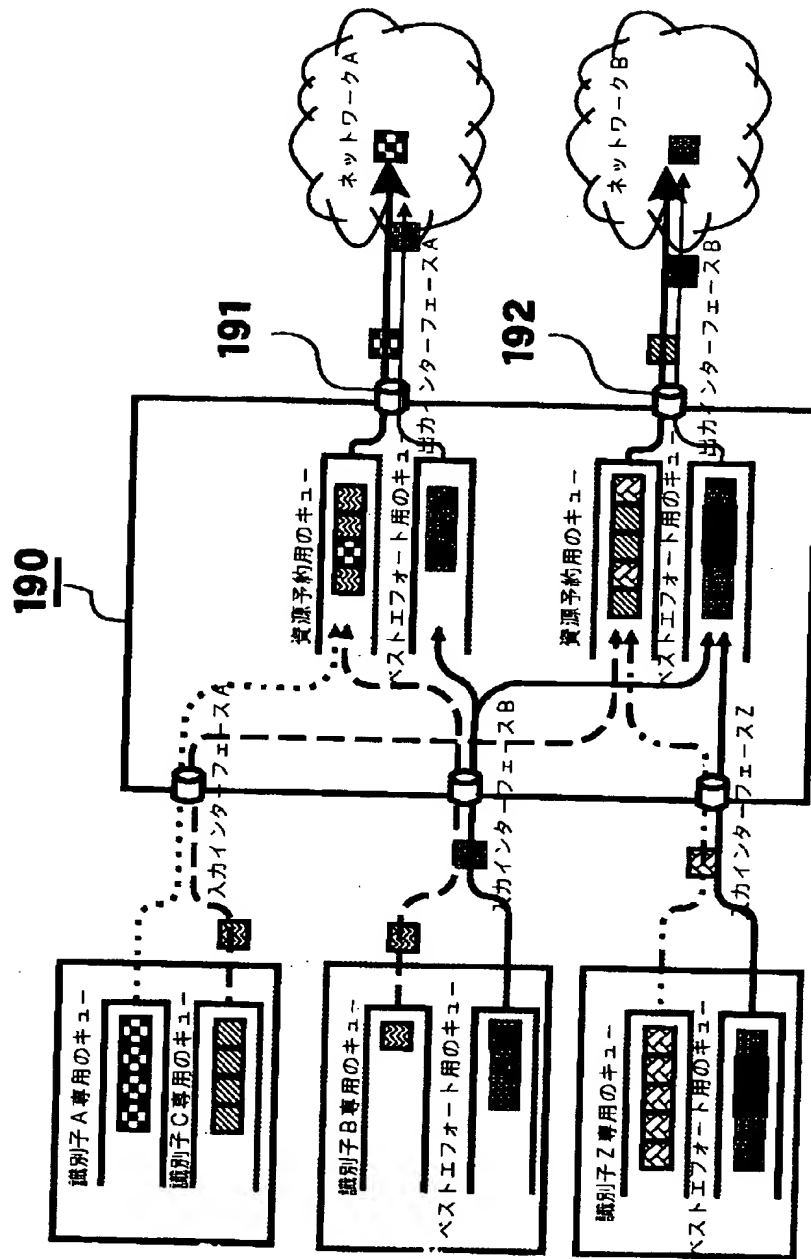
【図 13】



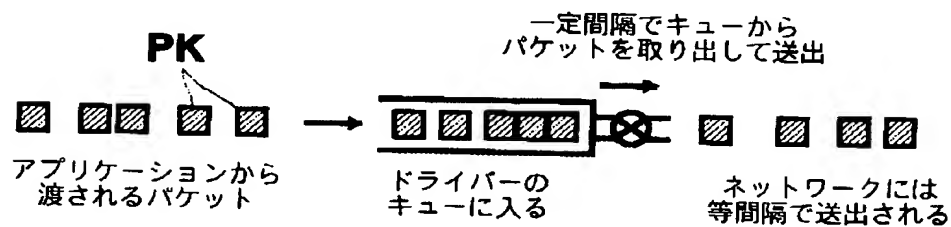
【図 14】



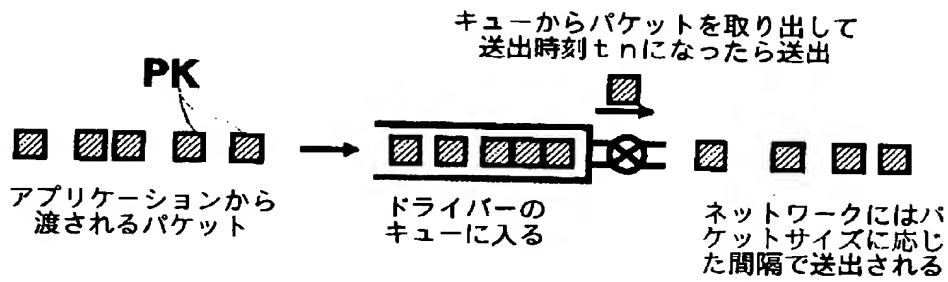
【図 15】



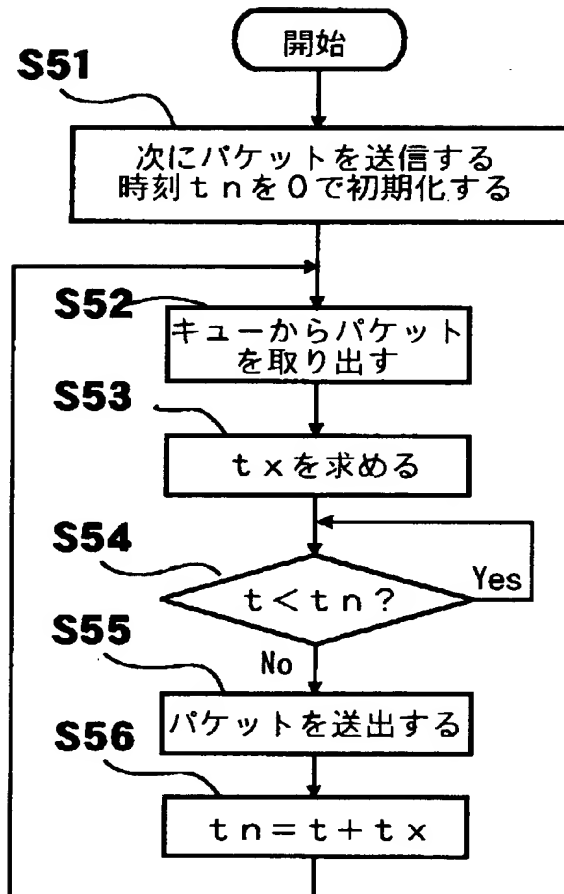
【図 16】



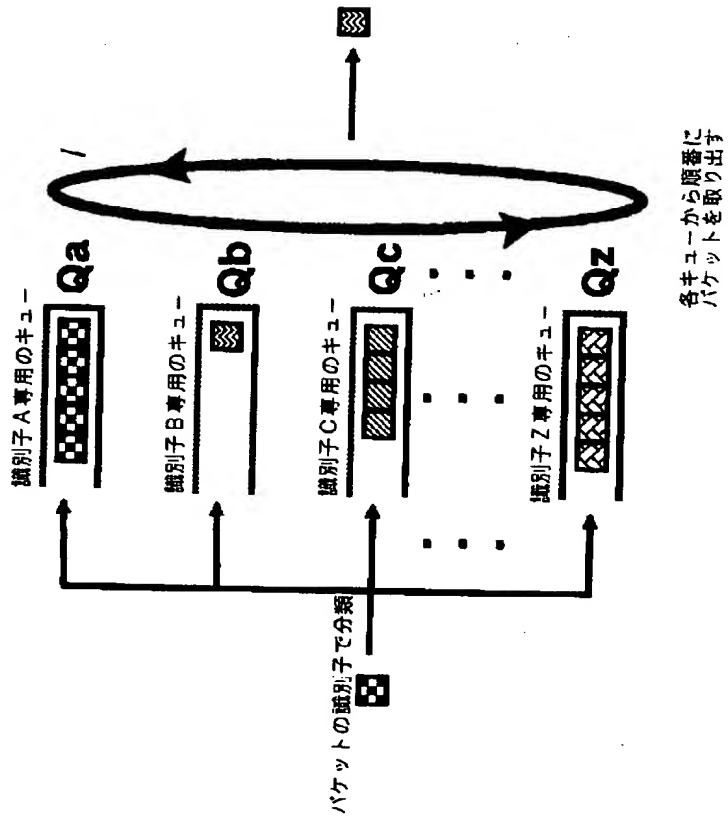
【図 17】



【図 18】



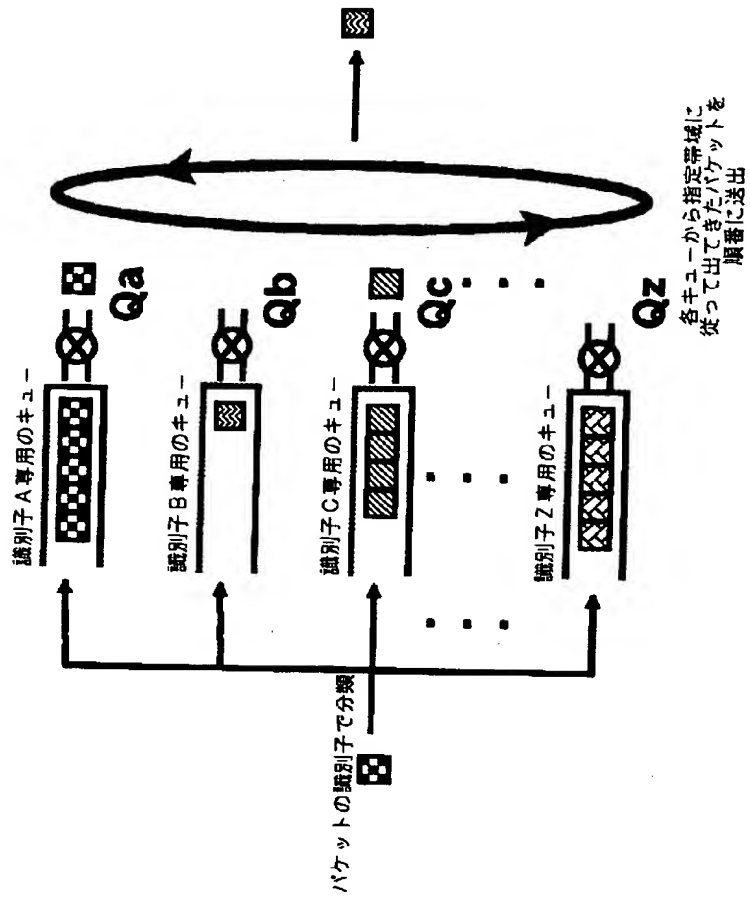
【図 1 9】



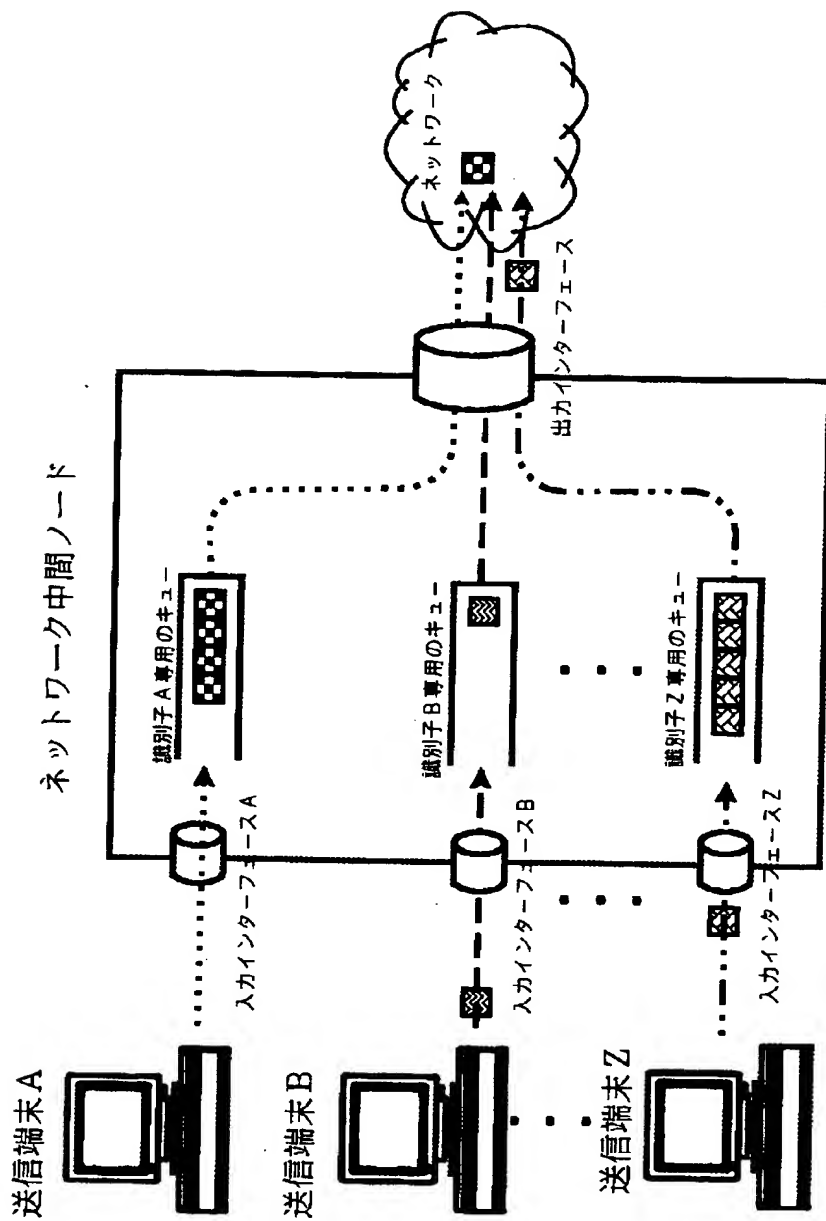
【図 20】

Version	HLength	Type Of Service	Total Length	
identification		flag	Fragment Offset	
			Header Checksum	
Time To Live		Protocol	Source IP Address	
Destination Address				
Source Port Number			Distination Port Number	

【図 21】



【図22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パケットネットワーク上の送信端末から単位時間あたりにネットワークに送出するデータ量を調節することができるようにする。

【解決手段】 アプリケーション層において、パケット送出に要する時間 $t \times n$ を計算し、パケット $p \ k \ n$ をパケット送出に要する時間 $t \times n$ とともにデータリンク層のデバイスドライバ 1 1 に渡す。そして、データリンク層では、パケットとともに渡される時間を元に、データ量の調整を行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社